

ÜBERSICHT

Bildgebende Befunde bei Sexualstraftätern

Jürgen L. Müller · Peter Fromberger

Eingegangen: 1. September 2009 / Angenommen: 4. Februar 2010

© Die Autor(en) 2010. Dieser Artikel ist auf Springerlink.com mit Open Access verfügbar.

Zusammenfassung Sexualstraftaten sind heterogen motiviert. Verstärkt in jüngerer Zeit wurden neurobiologische Veränderungen auch bei Sexualstraftätern untersucht. Dabei fanden sich strukturelle und funktionelle Veränderungen in kortikalen und subkortikalen Hirnarealen bei verschiedenen Tätergruppen. Es wird eine Übersicht über die Literatur zu neurobiologischen Veränderungen bei Sexualstraftätern gegeben. Insbesondere wird die Notwendigkeit einer differenziert auch neurobiologisch fundierten Diagnostik hervorgehoben.

Schlüsselwörter Neurobiologie von Sexualstraftätern · Paraphilie · Bildgebung bei Sexualstraftätern

Neuroimaging findings in sex offenders

Abstract The neurobiological underpinning of sexual offenders has been increasingly investigated. Structural and functional changes have been revealed in cortical and subcortical brain regions in different offender groups. An overview on the literature regarding neurobiological findings in sexual offenders is given. The impact of a substantiated diagnosis including neurobiological techniques is emphasized.

Keywords Neurobiology of sexual offenders · Paraphilia · Neuroimaging in sexual offenders

Entgegen der öffentlichen Darstellung ist die Zahl der erfassten Sexualstraftaten in der Bundesrepublik ausweislich der polizeilichen Kriminalstatistik 2007 seit Jahren weitgehend konstant. Sexualstraftäter bilden hinsichtlich der Tathandlungen sowie der zugrunde liegenden Tatmotive und möglicherweise vorliegender psychopathologischer Veränderungen eine heterogene Gruppe. Nicht alle Sexualstraftaten, nicht einmal die meisten, werden von psychisch Kranken begangen. Dennoch können psychiatrische und neurologische Erkrankungen die Begehung von Sexualstraftaten begünstigen. Dies ist spätestens seit Krafft-Ebings [12] Publikation *Psychopathia sexualis* bekannt. Imponierten damals die Zusammenhänge von Hirnveränderungen und Sexualstraftaten noch recht grobschlächtig, so ist unser Wissen um die neurobiologischen Grundlagen sexuellen Erlebens inzwischen wesentlich differenzierter [28]. Korticale und subkortikale Hirnareale sind beteiligt: Hypothalamus, ventrales Striatum, orbitofrontaler Kortex, prägenualer anteriorer zingulärer Kortex, dorsomedialer präfrontaler Kortex, dorsaler anteriorer zingulärer Kortex sowie okzipitaler Kortex. Die hier benannten anatomischen Strukturen sind überwiegend auch bei der Bearbeitung emotionaler Reize beteiligt. Wenngleich Sexualität keine Basisemotion ist, hat sich in jüngerer Zeit ein analoges Bewertungssystem von Sexualität wie bei der Emotionsforschung bewährt. Ein Vierkomponentenmodell nach Redouté et al. [21] unterscheidet die kognitive Bewertung eines Reizes, die motivationale Hinwendung und Verhaltensausrichtung, die Bewertung nach hedonistischer Qualität sowie die autonome Reaktion, die an den beteiligten physiologischen Veränderungen kenntlich wird. Diese verschiedenen Komponenten lassen sich unterschiedlichen Hirnstrukturen zuordnen. Beauregard et al. [2] präsentierten sexuelle (erotische) Videos, um so die neurobiologischen Prozesse bei sexuellem Verhalten zu untersuchen. Während Amygdala und angrenzende tem-

Prof. Dr. J. L. Müller (✉) · P. Fromberger
Klinik für Forensische Psychiatrie und Psychotherapie,
Universitätsmedizin Göttingen, Rosdorfer Weg 70,
37081 Göttingen, Deutschland
E-Mail: ju.mueller@asklepios.com

porale Strukturen sowie der Hypothalamus beim Betrachten dieser Videoclips aktiviert wurden, waren diese Areale inaktiv, nachdem die Probanden aufgefordert worden waren, die sexuelle Erregung zu inhibieren. Stattdessen wurden unter dieser Instruktion präfrontale Hirnareale aktiv. Dementsprechend ist also zwischen den an der sexuellen Erregung beteiligten Arealen und den diese kontrollierenden höheren kortikalen, präfrontalen Hirnarealen zu unterscheiden. Dies ist besonders zu beachten, wenn bildgebende Befunde bei forensisch relevanten Störungen betrachtet werden.

Seit Langem ist die Rolle von Hirnveränderungen bei sexuellem Verhalten bekannt. Langevin et al. [15] berichteten über einen Mann mit einem linksfrontotemporalen Gliom, der sexuell aggressiv in Erscheinung trat. In einer eigenen Untersuchung berichteten Müller et al. [19] über einen Ende 20-jährigen Mann, der nach einem Motorradunfall, bei dem er eine doppelte Schädelbasisfraktur erlitten und mehrere Wochen im Koma gelegen hatte, wegen wiederholter sexueller Nötigung mit extremer Gewaltanwendung verurteilt worden war. Untergebracht in die forensische Psychiatrie auf Grundlage des § 63 des Strafgesetzbuches (StGB) setzte sich dessen anzügliches und Regeln verletzendes Verhalten fort. In der bildgebenden Diagnostik war das Gehirn strukturell unauffällig. Dagegen fanden sich in der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) eine verminderte orbitofrontale und verminderte temporale Aktivität. Trotz strukturell unauffälligem Magnetresonanztomogramm (MRT) war bereits die veränderte Hirnfunktion in orbitofrontal und temporal gelegenen Hirnarealen hinreichend, das sexuell aggressive Verhalten zu begünstigen [19].

Frontale und temporale Hirnareale sind wesentlich in die Ätiopathogenese aggressiver Handlungen, auch von Sexualstraftaten eingebunden.

Die Relevanz dieser Areale bei der Regulation aggressiven Verhaltens ist aus der Aggressionsforschung gut belegt [18]. Dass insbesondere temporale Areale bei sexuellem Verhalten entscheidend beteiligt sind, wurde von Klüver u. Bucy [11] hervorgehoben. Diese berichteten zunächst bei Affen von einem hyperoralen Verhalten und von bizarrer Hypersexualität nach einer bitemporalen Läsion des anterioren Temporallappens. Das nach ihnen benannte Klüver-Bucy-Syndrom ist inzwischen auch beim Menschen gut untersucht. Nach Schlaganfällen wird häufig von hypersexuellem Verhalten berichtet; bei 6–10% der Schlaganfallpatienten kommt es zu Sexualstraftaten. Temporallappenanfälle gehen häufig mit einer sexuellen Aura einher, typischerweise mit fetischistischen und transvestitischen Verhaltensweisen [10]. Bei der Entwicklung von frontotemporalen Neoplasien und bei temporalen Demenzen sind sexuelle Enthemmung und paraphile Handlungen wiederholt beschrieben worden. Offen bleibt die ätiopathogenetische Relevanz dieses Zusammenhangs. Treffen diese Hirnveränderungen auf eine ätiopathogenetisch spezifische Hirnstruktur für sexuelles

Verhalten bzw. paraphiles Verhalten? Oder kommt es über die Enthemmung zu einer Demaskierung der bereits prä-morbid vorhandenen paraphilen Neigungen?

Inzwischen liegen mehrere Studien vor, die den Einfluss von neurobiologischen Veränderungen auf sexuelles Verhalten erforschten. Aigner et al. [1] untersuchten Hirnveränderungen bei Sexualstraftätern, die Insassen eines Hochsicherheitsgefängnisses waren, anhand neuroradiologischer Befunde. Von 82 untersuchten Straftätern hatten 48,8% im MRT fassbare Veränderungen und zwar 65,5% in einer hochgewalttätigen Gruppe und 16,6% in einer niedriggewalttätigen Gruppe. Diese Unterschiede bildeten sich auch bei den Sexualstraftätern ab. Insgesamt fand sich also eine hochsignifikante Assoziation zwischen Hirnveränderungen und gewalttätigem Verhalten, jedoch keine signifikante Assoziation zwischen Sexualdelikten und Hirnveränderungen [1].

Eher et al. [7] untersuchten 38 Sexualstraftäter eines Hochsicherheitsgefängnisses und fanden bei 44% strukturelle Hirnveränderungen. Von den Probanden mit im MRT fassbaren Auffälligkeiten hatten 76,5% ein sehr gewalttätiges Delikt begangen, dagegen nur 47,6% der Gruppe ohne entsprechenden bildmorphologischen Befund. Die Autoren folgerten in Übereinstimmung mit Aigner et al. [1], dass die Hirnveränderungen eher mit der Gewalt als mit Sexualität korrelieren.

Langevin [14] befragte 476 männliche Sexualstraftäter nach ihren im Leben erlittenen traumatischen Kopfverletzungen. Mehr als die Hälfte der zur Begutachtung zugewiesenen männlichen Sexualstraftäter hatten Kopfverletzungen mit Bewusstlosigkeit in der Vorgeschichte. Es hatten 22,5% sogar Hirnverletzungen mit Bewusstlosigkeit angegeben [14]. Diese Daten sprechen für eine hohe Prävalenz neurologischer Beeinträchtigungen bei Sexualstraftätern.

Briken et al. [3] analysierten Gutachten, die über 166 Sexualmörder erstellt worden waren. Lediglich 36,1% der Probanden waren mithilfe bildgebender Verfahren, dagegen über 80,7% mithilfe der Elektroenzephalographie (EEG) untersucht worden. Mitursächlich für diese Geringnutzung bildgebender Diagnostik war wohl auch der Zeitraum, in dem die Gutachten erstellt worden waren, nämlich zwischen 1945 und 1991, also vor bis zu Beginn der Zeit, in der MRT und kraniale Computertomographie (CCT) routinemäßig eingesetzt wurden. Von den Sexualmördern mit Hinweisen auf Hirnanomalie hatten 62% die Diagnose einer Paraphilie und 50% die eines sexuellen Sadismus. Verglichen mit der Gruppe der Sexualmörder ohne Hirnveränderungen erfüllten diejenigen mit einer Hirnveränderung hochsignifikant häufiger die diagnostischen Kriterien eines transvestitischen Fetischismus bzw. einer nicht näher bezeichneten Paraphilie [3]. Die genannte Arbeit von Briken et al. [3] ist eine der wenigen, die Hirnveränderungen spezifischen psychiatrischen Diagnosen zuordnet; insbesondere

ließen sich diese als Störungen der Sexualpräferenz gemäß den operationalisierten Diagnosesystemen näher klassifizieren. Hierzu und insbesondere zu sexuellem Sadismus sowie zur Pädophilie werden im Folgenden neurobiologische Befunde diskutiert.

Eine der frühesten Publikationen zu Neurobiologie und Sadismus stammt von Langevin [15]. Er berichtete über Erweiterungen des Seitenventrikels bzw. von einer Erweiterung des Temporalhorns bei Sexualstraftätern mit der Diagnose eines sexuellen Sadismus. Veränderungen des Temporallappens wurden bei 45% der Sadisten beschrieben. Einer Untersuchung von Hucker et al. [9] zufolge fand sich bei 41% der sadistischen Sexualstraftäter eine Erweiterung des rechten Temporalhorns. Der ätiopathogenetische Zusammenhang zwischen der Hirnveränderung, insbesondere der Aufweitung des Temporalhorns und dem Sadismus, ist bislang jedoch nicht hinreichend geklärt. Dementsprechend berichteten Nedopil et al. [20] über einen Serienmörder mit sadistischem Fetischismus, bei dem entsprechende Hirnveränderungen, nämlich gliöse Narben bilateral im Marklager sowie im rechten Hippocampus, nachgewiesen werden konnten. Die Relevanz dieser Hirnveränderungen für die strafrechtliche Beurteilung ist insbesondere angesichts der unzureichenden wissenschaftlichen Erkenntnisse bislang unklar. Auch bei einem eigenen Probanden mit Autismus und Sadomasochismus fand sich eine amygdalohippocampale Atrophie, kenntlich an einer deutlichen Erweiterung des Temporalhorns [17]. Die Häufigkeit entsprechender Veränderungen bei paraphilen Probanden, die Sexualstraftaten begangen haben, begründet den Verdacht, dass entsprechende Hirnstrukturen in Amygdala und Hippocampus von zentraler Bedeutung sind. Ein wissenschaftlicher Beleg ist indes nicht erbracht; der Zusammenhang ist nach Meinung der Autoren bislang auch nur unzureichend untersucht.

Neben diesen vereinzelt Berichten über hirnstukturelle Veränderungen bei Sadismus und Sadomasochismus liegen inzwischen deutlich umfangreichere und auch aktuellere Studien zu Probanden mit Pädophilie vor. Unter Pädophilie versteht man nach der International Classification of Diseases and Related Health Problems- (ICD-)10 die anhaltende oder dominierende Präferenz für sexuelle Handlungen mit einem oder mehreren Kindern vor deren Pubertät. Jüngere Untersuchungen heben den Zusammenhang zwischen Hirnveränderungen und pädophilem Verhalten hervor. So berichteten Burns u. Swerdlow [4] von einem 40-jährigen Schullehrer, der durch pädophile Handlungen in Erscheinung getreten war. Es wurde ein frontaler Tumor diagnostiziert, der später operativ entfernt wurde. In der Folge klangen die pädophilen Handlungen ab. Als der Proband wieder mit pädophilen Neigungen in Erscheinung trat, konnte ein Tumorezidiv nachgewiesen werden [4]. Neben dieser eindrucksvollen Kasuistik ist inzwischen eine Vielzahl von systematischeren Untersuchungen mit MRT-

Verfahren bei Pädophilie durchgeführt worden. Schiffer et al. [23] berichteten über eine frontostriatale und eine zerebelläre Volumenminderung bei Pädophilie, die dem obsessiven-kompulsiven Komplex zugeordnet wurden. Schiltz et al. [26] untersuchten 15 Probanden mit Pädophilie im Maßregelvollzug, die sie mit Studenten verglichen. Acht der 15 pädophilen Patienten hatten eine bereits makroskopisch fassbare Aufweitung des rechten Unterhorns. Mit dem Verfahren der voxelbasierten Morphometrie (VBM) konnten Veränderungen der Amygdala, des Hippocampus, des „bed nucleus“ der Striae terminalis, der septalen Region sowie der Substantia innominata nachgewiesen werden [26]. Cantor et al. [5] berichteten von einer Volumenminderung des superioren frontookzipitalen Fasciculus und des rechten Fasciculus arcuatus bei Probanden mit Pädophilie und folgerten, dass Pädophilie im Zusammenhang mit einer partiellen Diskonnektion des Fasernetzes stehen könnte [5].

Neben diesen hirnstukturellen Veränderungen liegen auch mehrere Studien zur Veränderung der Hirnfunktion bei Pädophilie vor, sowohl im Sinne von Fallberichten als auch von Gruppenuntersuchungen. Eindrucksvoll ist die Kasuistik über einen 20-jährigen Hauptschulabbrecher, der wegen Trunkenheitsfahrten, Bandendiebstahls und Körperverletzung bereits strafrechtlich in Erscheinung getreten war: Nach einem Motorradunfall mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma wurde er mit fortgesetztem sexuellen Missbrauch von Kindern auffällig. Bei morphologisch unauffälligem MRT-Befund fanden sich in der Funktionsuntersuchung mit dem PET frontobasale und temporobasale Aktivitätsveränderungen linksseitig [19]. Über Probanden mit vergleichbaren temporalen Hirnveränderungen, die mit pädophilen Handlungen auffällig geworden waren, berichteten Mendez et al. [16]. Dressing et al. [6] konnten in einer Kasuistik über einen pädophilen Probanden, der mit dem Verfahren der funktionellen Magnetresonanztomographie (f-MRT) untersucht worden war, Veränderungen der Aktivierbarkeit der Basalganglien und temporobasaler Hirnregionen nachweisen [6].

Inzwischen wurden auch Untersuchungen mit größeren Probandenkollektiven durchgeführt. Schiffer et al. [25] fanden Veränderungen der Aktivierbarkeit bei homosexuellen Probanden mit Pädophilie, verglichen mit homosexuellen Kontrollprobanden. In einer früheren Studie hatten Schiffer et al. [24] Probanden mit heterosexueller Pädophilie untersucht und auch hier unterschiedliche Aktivierungsmuster gefunden. Darauf aufbauend verglichen Schiffer et al. [25] die Aktivierungsmuster eines heterosexuellen pädophilen Probanden, der mit Luteinisierenden-Hormon-Releasing-Hormon- (LHRH-)Agonisten behandelt wurde, mit den Daten aus ihrer früheren Untersuchung. Sie fanden bei diesem Probanden eine stärkere Aktivierung des dorsolateralen präfrontalen Kortex, des parietalen Lobulus sowie des superioren temporalen Gyrus beim Betrachten von Mäd-

chenbildern im Vergleich zu Jungenbildern. Verglichen mit den Ergebnissen ihrer Vorstudie fanden sie jedoch keine Aktivierung von Hypothalamus, Amygdala, Insula, Substantia nigra, Hippocampus oder anteriorem Cingulum. Die Autoren folgerten, dass die Therapie mit LHRH-Agonisten die Aktivierbarkeit dieser Strukturen veränderte [25].

Walter et al. [27] untersuchten, inwiefern sexuelle Bildinhalte und emotionale Bildinhalte bei Probanden mit Pädophilie zu unterschiedlichen Aktivierungsmustern führen. Sie verglichen die neuronale Aktivierbarkeit durch erotische Bildinhalte gegenüber emotionalen Bildinhalten aus dem International Affective Picture System [13] und fanden, dass der dorsolaterale präfrontale Kortex, der Hypothalamus und das periaquäduktale Grau durch erotische Bildinhalte bei Probanden mit Pädophilie im Vergleich zu Kontrollprobanden vermindert aktivierbar waren. Dagegen fanden sich Veränderungen von Amygdala, Hippocampus und dorsomedialen präfrontalem Kortex nach Stimulation mit emotionalen Bildinhalten bei Probanden mit Pädophilie im Vergleich mit Kontrollprobanden [27]. Dies unterstreicht, dass Probanden mit Pädophilie sowohl bei der Emotionsverarbeitung als auch beim Prozessieren sexueller Stimuli in den beteiligten Hirnarealen unterschiedlich aktivierbar sind und dass unterschiedliche Hirnareale bei der Verarbeitung emotionaler sowie sexueller Stimuli beteiligt sind.

Ebenfalls fokussierend auf Untersuchungen mit störungsspezifischen Reizen verglichen Sartorius et al. [22] die Aktivierungsmuster beim Betrachten von Jungenbildern im Vergleich zu geometrischen Figuren und fanden eine Amygdalaaktivierung bei Probanden mit Pädophilie nur beim Betrachten der Jungenbilder.

Von Fromberger et al. [8] stammt eine Übersicht über die bislang vorliegenden hirnstrukturellen und hirnfunktionellen Befunde bei Probanden mit Pädophilie. Diese methodenkritische Studie thematisierte insbesondere die regelhaft wenig geeignete Kontrollgruppe, die sich regelmäßig aus gesunden Kontrollprobanden rekrutiert, die bei der Datenanalyse verwendeten Kontraste und die Heterogenität der Befunde. Darüber hinaus ist kritisch anzumerken, dass sich die diagnostischen Kriterien zur Annahme einer Pädophilie im Wesentlichen auf Auskünfte der Probanden stützen. Probanden mit Pädophilie, insbesondere wenn sie straffällig geworden und im Maßregelvollzug untergebracht sind, haben gute Gründe, ihre Neigung zu beschönigen. Unerlässlich sind daher Untersuchungsdesigns, die die Diagnose einer Pädophilie unabhängig von den Angaben der Betroffenen stellen können. Hierzu liegen bereits verschiedene Forschungsansätze vor.

In der Arbeitsgruppe der Autoren wurde ein solcher Versuch zur Verbesserung der Objektivierbarkeit der Diagnostik unternommen, indem das Verfahren der f-MRT mit dem Verfahren des „eye tracking“ (also der Blickregistrierung) kombiniert wurde. Die Methode der Blickregistrierung ver-

sucht über die Erfassung des Blickverhaltens eines Probanden beim Betrachten störungsrelevanter sexueller Stimuli auf die sexuelle Präferenz des Betrachters zu schließen und sie damit indirekt zu erfassen. Dementsprechend wurden den Probanden störungsrelevante sexuelle Stimuli dargeboten, während deren Blickbewegungen registriert wurden. Zeitgleich erfolgte eine f-MRT-Messung. Wie in den Voruntersuchungen konnten bei heterosexuellen männlichen Probanden die an der Verarbeitung sexueller Stimuli beteiligten Hirnareale aktiviert werden. Gleichzeitig wurde der Pfad der Blickbewegungen bei den Probanden registriert. Unter Einbeziehung der Blickrichtungsdaten konnten Aktivierungen des anterioren Gyrus cinguli und des orbitofrontalen Kortex mit der Wahrnehmung des Gesichts korreliert werden.

Zusammenfassend ist der Einsatz bildgebender Verfahren bei der Diagnostik auch von Sexualstraftätern sinnvoll. Weitere empirische Studien zur Ätiopathogenese sind erforderlich, wobei insbesondere auch objektivierbare und probandenunabhängige Kriterien zur Diagnosestellung entwickelt werden müssen. Studien zu Therapieeffekten sowohl auf Verhaltens- als auch auf neurobiologischer Ebene sind erforderlich. Dabei sollten sich die weiteren Studien zu forensisch relevanten Störungen des Sexualverhaltens keinesfalls auf die Gruppe der Pädophilie beschränken.

Interessenkonflikt Die Autoren erhielten für das Symposium „Psychotherapie und LHRH-Agonisten“ ein Referentenhonorar und eine Übernahme der Reisekosten von der Fa. Dr. Pfleger.

Open Access Dieser Artikel unterliegt den Bedingungen der Creative Commons Attribution Noncommercial License. Dadurch sind die nichtkommerzielle Nutzung, Verteilung und Reproduktion erlaubt, sofern der/die Originalautor/en und die Quelle angegeben sind.

Literatur

1. Aigner M, Eher R, Fruehwald S et al (2000) Brain abnormalities and violent behavior. *J Psychol Hum Sex* 11:57–64
2. Beauregard M, Lévesque J, Bourgouin P (2001) Neural correlates of conscious self-regulation of emotion. *J Neurosci* 21:RC165
3. Briken P, Habermann N, Berner W, Hill A (2005) The influence of brain abnormalities on psychosocial development, criminal history and paraphilias in sexual murderers. *J Forensic Sci* 50:1204–1208
4. Burns JM, Swerdlow RH (2003) Right orbitofrontal tumor with pedophilia symptom and constructional apraxia sign. *Arch Neurol* 60:437–440
5. Cantor JM, Kabani N, Christensen BK et al (2008) Cerebral white matter deficiencies in pedophilic men. *J Psychiatr Res* 42:167–183
6. Dreßing H, Obergriesser T, Tost H et al (2001) Homosexuelle Pädophilie und funktionelle Netzwerke – fMRI-Fallstudie. *Fortschr Neurol Psychiatr* 69:539–544
7. Eher R, Aigner M, Fruehwald S et al (2000) Social information processed self-perceived aggression in relation to brain abnormalities in a sample of incarcerated sex offenders. *J Psychol Hum Sex* 11:37–47

8. Fromberger P, Stolpmann G, Jordan K, Müller JL (2009) Neurobiologische Forschung bei Pädophilie – Ergebnisse und deren Konsequenzen für die Diagnostik pädosexueller Straftäter. *Z Neuropsychol* 20:193–205
9. Hucker S, Langevin R, Wortzman G et al (1988) Cerebral damage and dysfunction in sexually aggressive men. *Ann Sex Res* 1:33–47
10. Joyal CC, Black DN, Dassylva B (2007) The neuropsychology and neurology of sexual deviance: a review and pilot study. *Sex Abuse* 19:155–173
11. Klüver H, Bucy PC (1937) „Psychic blindness“ and other symptoms following bilateral temporal lobectomy in rhesus monkeys. *Am J Physiol* 119:352–353
12. Krafft-Ebing R (1886) *Psychopathia sexualis – Eine klinisch-forensische Studie*. Enke, Stuttgart
13. Lang PJ, Bradley MM, Cuthbert BN (1999) The international affective picture system (IAPS). Technical manual and affective ratings. Center for Research in Psychophysiology, University of Florida, Gainesville
14. Langevin R, Bain J, Wortzman G et al (1988) Sexual sadism: brain, blood, and behavior. *Ann N Y Acad Sci* 528:163–171
15. Langevin R (2006) Sexual offences and traumatic brain injury. *Brain Cogn* 60:206–207
16. Mendez MF, Chow T, Ringman J et al (2000) Pedophilia and temporal lobe disturbances. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 12:71–76
17. Müller JL (2009) Sadomasochism and hypersexuality in autism linked to amygdalohippocampal lesion? *J Sex Med*, doi 10.1111/j.1743-6109.2009.01485.x
18. Müller JL (2009) *Neurobiologie forensisch relevanter Störungen*. Kohlhammer, Stuttgart
19. Müller JL, Sartor H, Schuierer G et al (2001) Psychopathie und Hirntrauma: Beiträge zur Neurobiologie der Gewalt. *Nervenheilkunde* 20(6):330–337
20. Nedopil N, Blümcke I, Bock H et al (2008) Tödliche Lust – sadistischer Fetischismus. Forensisch-psychiatrische Begutachtung von Sexualstraftäter. *Nervenarzt* 79:1249–1262
21. Redouté J, Stoléru S, Grégoire MD et al (2000) Brain processing of visual sexual stimuli in human males. *Hum Brain Mapp* 11:162–177
22. Sartorius A, Ruf M, Kief C et al (2008) Abnormal amygdala activation profile in pedophilia. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 258:271–277
23. Schiffer B, Peschel T, Paul T et al (2007) Structural brain abnormalities in the frontostriatal system and cerebellum in pedophilia. *J Psychiatr Res* 41:753–762
24. Schiffer B, Paul T, Gizewski E et al (2008) Functional brain correlates of heterosexual paedophilia. *Neuroimage* 41:80–91
25. Schiffer B, Gizewski E, Krueger T (2008) Reduced neuronal responsiveness to visual sexual stimuli in a pedophile treated with a long-acting LH-RG agonist. *J Sex Med* 6:892–894
26. Schiltz K, Witzel J, Northoff G et al (2007) Brain pathology in pedophilic offenders: evidence of volume reduction in the right amygdala and related diencephalic structures. *Arch Gen Psychiatry* 64:737–746
27. Walter M, Witzel J, Wiebking C et al (2007) Pedophilia is linked to reduced activation in hypothalamus and lateral prefrontal cortex during visual erotic stimulation. *Biol Psychiatry* 62:698–701
28. Walter M, Schiltz K, Peter E, Bogerts B (2009) Neurobiologische Grundlagen veränderter Sexualfunktionen. *Neurotransmitter* 5:65–70